
This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10211700 A**(43) Date of publication of application: **11 . 08 . 98**

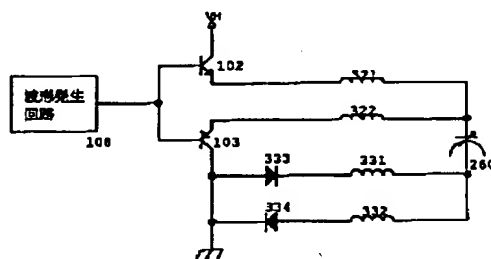
(51) Int. Cl.

B41J 2/045**B41J 2/055****H01L 41/09**(21) Application number: **09017208**(71) Applicant: **SEIKO EPSON CORP**(22) Date of filing: **30 . 01 . 97**(72) Inventor: **TAMURA NOBORU****(54) ACTUATOR DRIVING CIRCUIT**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce overshoot and undershoot of drive waveform due to inductance of a cable for connecting a main body and a head.

SOLUTION: A first transistor 102 for flowing out electric current to an output step of a driving circuit and a second transistor 103 for flowing in electric current are provided. Emitters of the first transistor 102 and the second transistor 103 are not being short-circuited in a main body, but connected to a head through separate paths, and short-circuited in the head. Alternatively, a path in which a diode 333 is inserted so that electric current flows from the main body to a ground, and a path in which a diode 334 is inserted so that electric current flows from the head to the main body are provided, and the ground of the main body and the ground of the head are short-circuited in the head.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-211700

(43)公開日 平成10年(1998)8月11日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

2/055

H 0 1 L 41/08

K

H 0 1 L 41/09

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-17208

(22)出願日 平成9年(1997)1月30日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 田村 登

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

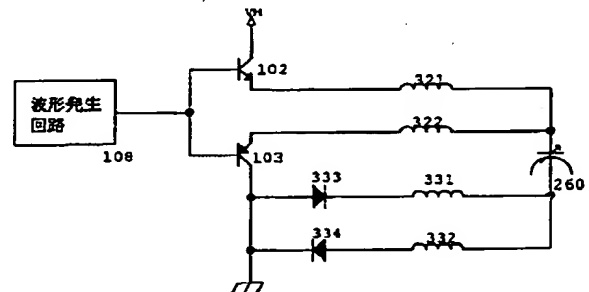
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 アクチュエータ駆動回路

(57)【要約】

【課題】本体とヘッドを接続するケーブルの持つインダクタンスによる駆動波形のオーバーシュートおよびアンダーシュートを低減する。

【解決手段】駆動回路の出力段に電流を流し出す第1のトランジスタと電流を流し込む第2のトランジスタが存在し、第1のトランジスタと第2のトランジスタのエミッタは本体内で短絡されておらず、別々の経路で、ヘッドに接続されており、ヘッド内で短絡されている。または、本体のグラウンドとヘッドのグラウンドを、本体からグラウンドに電流が流れるようにダイオードを挿入した経路と、ヘッドから本体に電流が流れるようにダイオードを挿入した経路を有し、ヘッド内で短絡させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】駆動電圧を発生する第1の装置と、駆動電圧波形に応じて第1の装置より電流が流し込まれるいは第1の装置に電流を流し出すアクチュエータを有する第2の装置とを、インダクタンスを持った経路で接続するシステムにおいて、第1の装置の駆動回路の出力段には、電流を流し出す第1の素子と流し込む第2の素子が存在し、第1の素子の電流を流し出す端子と第2の素子の電流を流し込む端子は第1の装置内で短絡されておらず、別の経路で、第2の装置に接続されており、第2の装置内で短絡されていることを特徴とするアクチュエータ駆動回路。

【請求項2】駆動電圧を発生する第1の装置と、駆動電圧波形に応じて第1の装置より電流が流し込まれるいは第1の装置に電流を流し出すアクチュエータを有する第2の装置とを、インダクタンスを持った経路で接続するシステムにおいて、第1の装置のグラウンドと第2の装置のグラウンドとを、第1の装置から第2の装置へのみ電流が流れるように素子を挿入した第1の経路と、第2の装置から第1の装置にのみ電流が流れるように素子を挿入した第2の経路とで接続することを特徴とするアクチュエータ駆動回路。

【請求項3】駆動電圧を発生する第1の装置と、駆動電圧波形に応じて第1の装置より電流が流し込まれるいは第1の装置に電流を流し出すアクチュエータを有する第2の装置とを、インダクタンスを持った経路で接続するシステムにおいて、第1の装置のグラウンドと第2の装置のグラウンドとを、第1の装置から第2の装置へのみ電流が流れるように素子を挿入した第1の経路と、第2の装置から第1の装置にのみ電流が流れるように素子を挿入した第2の経路とで接続することを特徴とする請求項第1記載のアクチュエータ駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電素子によるアクチュエータの駆動方式にかかわり、特にインクジェット式プリンタにおけるヘッド制御技術に関する。

【0002】

【従来の技術】例えばインクジェット式のシリアル・プリンタシステムにおける従来のヘッド駆動の概要を図1～図3を参照して説明する。

【0003】図1は、情報処理およびヘッド駆動電力の供給を行うプリンタ本体（以下本体）1と、制御対象となるヘッド部2との関係説明図である。本体1は、インクを吐出するノズルを決定するためのデータの作成およびタイミングをとるための制御論理101と、ヘッドのアクチュエータを駆動するための電圧波形を生成する波形生成回路108と、波形装置108より生成された波形を電流増幅するトランジスタ102、103と、ヘッド部2への制御データおよび駆動電力を出力するための

コネクタ107よりなる。

【0004】ヘッド部2は、インクを吐出するための運動エネルギーを発生させる圧電素子からなる複数のアクチュエータ221～223と、そのアクチュエータに本体からの駆動電圧を印加をしたりしなかったりするためのアナログスイッチ211～213と、本体1内の制御論理101からのデータに従い、アクチュエータ221～223を振動させるかさせないかをアナログスイッチ211～213のON/OFFにより制御する制御論理201からなる。ヘッド部2は、プリンタ機構内のレール上を往復運動し、レール上の位置に応じたデータを本体1より送られ、それによりインク滴を吐出し、印刷を行う。

【0005】本体1とヘッド部2はフレキシブル・フラット・ケーブル（以降FFC）3で接続されている。FFC3は2枚の薄いフィルムに扁平な薄い電線を挟んだケーブルであり、電線は制御論理からの印字データを伝える複数本の信号線301と、駆動電圧をアクチュエータ221～223に伝える302とグラウンドライン303である。FFC3はヘッドが往復運動をするのを妨げないように適切な長さをもつ。

【0006】以上のような構成で印字する手順を図2および図3に示す。紙が固定された状態で、ヘッド部2はヘッド走査方向に移動する。そのとき、図3に示すようなパルス列が、図1の電線302を通じて本体1からヘッド部2に送られるが、それと同期してアナログスイッチ211～213の開閉を規定するデータも本体1からヘッド部2に送られており、特定のパルスに対して、アナログスイッチ211～213のうちで閉じられたものに接続されているアクチュエータのみ振動する。その振動は図2のノズル251～253のうちの対応するノズルのインクに力を加え、インクが吐出される。ヘッド部2がヘッド走査方向の一端から他端に移動し終わると、紙移動方向に、ノズル251～253の距離分紙が移動する。このようにして、プリンタの分解能に因って規定される紙面上の任意の点にインクを吐出するかしないかを、紙の先端からの移動量、ヘッド走査方向の位置すなわちどのパルスのタイミングか、およびノズル251～253を指定することによって定めることが出来る。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記の構成で印字を行った場合、一回のパルスで吐出を行うノズルの数は毎回毎回異なる。たとえば、空白部を印字しているときには、どのノズルからの吐出も行われず、一方、黒べた印字をしているときには、すべてのノズルからの吐出が行われる。これは図1のアクチュエータ221～223のうちから動作させるアクチュエータの数が各パルスによって異なることを意味する。さらに、アクチュエータ221～223の圧電素子は電気回路的には静電容量と考えてよく、したがって、本体1から見ると毎回の吐出に

において容量負荷が変化しているように見える。容量負荷が増加すると、容量に充放電するための電荷が増加し、したがって、図3のパルスの傾斜部において、図1の電線302、303を流れる電流が増加する。

【0008】ところで、FFC3はヘッド部2の移動の妨げにならない十分な長さを用意しなければならないので、長さに比例した寄生のインダクタンスが存在する。これを模式化すると図4の様になる。ここで、260は図1における211から213および221~223を模擬した可変容量であり、320および330は寄生のインダクタンスで、それぞれが図1の電線302、303に存在する。このインダクタンスはFFCを流れる電流の時間微分に比例した逆起電力を生じるが、電流の時間微分は、電流量そのものが大きくなると大きくなるので、容量負荷が増加すると、逆起電力が大きくなる。この現象のため、吐出するノズルを増やすと、図5に示すように、本体のトランジスタ102、103のエミッタ付近の電圧波形と、可変容量260両端間の電圧波形が異なる。特に、ヘッド部2の電圧波形のオーバーシュート、アンダーシュートは、ノズル内の液面の位置を変化

させてしまうために、吐出スピード、吐出インク量に大きく影響を与える。これは、吐出によって形成させる紙面上のドットの位置、大きさが、一回のパルスで吐出するノズル数によって異なることを意味し、印刷品質に影響を与える。

【0009】オーバーシュートが発生するメカニズムを図4を用いて説明する。図5のパルスの立ち上がりのスロープの終了付近について考える。スロープの後半においては電流に関しては定常状態と考えていいので、 $i_1 = dQ/dt = d(CV)/dt = C(dV/dt)$ 30 に対応する電流がトランジスタ102のエミッタから可変容量260に向かって流れている。ここで、 i_1 はインダクタンス320を流れる電流、 Q は可変容量260が蓄える電荷、 C は可変容量260の静電容量、 t は時間、 V は波形発生器108が発生させる電圧波形である。ここで、 dV/dt は、電圧の変化が一定であるから、一定値であり、したがって電流 i_1 は一定である。

【0010】この状態で、駆動電圧の上昇が終わり平坦部に入る。すると、トランジスタ102は、急激に電流の流れを止めようとする。この過程において、 i_1 は急激に減少しようとする。したがって、 di_1/dt の絶対値が大きくなり、インダクタンス320の両端に図4に示した極性で逆起電力が生ずる。この起電力により、電流 i_1 は直ちには止まらず、可変容量260に電流が流れ込み、電荷 Q が大きくなりしたがって、 Q/C である可変容量260の端子間の電位があがる。

【0011】また、駆動電圧が上昇しているときには、電流 i_1 と同じ大きさの電流 i_2 が流れている。 i_2 の大きさは i_1 の大きさと常に等しいため、駆動電圧が平坦部に移行するとき、 i_2 も i_1 と同じように減少し逆

起電力を図4の極性でインダクタンス330の両端に電位差が生じこれが電流 i_2 を流し続けるように働き、可変容量260の Q を増やし、その両端の電位差がひろがる。つまり、可変容量260はインダクタンス320および、インダクタンス330双方が、オーバーシュートを大きくする方向に働いている。

【0012】アンダーシュートについても同様に考えることができる。

【0013】本発明の課題は、1回のパルスに対する吐出ノズルの数の増加による容量増加に伴う、ヘッド部内の電圧波形のオーバーシュート、アンダーシュートを低減し、安定した印字特性をもつプリンタシステムを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、駆動電圧波形を生成する第1の装置すなわち本体と、該駆動電圧波形にしたがってインクを吐出する第2の装置すなわちヘッド部の接続において、駆動電圧の電氣的接続をするFFC内の電線を電流の流れが単一方向になるようにして、それを第1の装置から第2の装置に向かうものと、第2の装置から第1の装置に向かうものの2系統用意し、逆起電力による電流を逃がす経路を設けることにより、オーバーシュート、アンダーシュートを低減する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0016】(第1の実施形態)図6は、本発明の第1の実施形態における構成図である。

【0017】図6においては、従来の技術である図4と異なり、トランジスタ102のエミッタとトランジスタ103のエミッタが本体内で接続されておらず、トランジスタ102のエミッタは、インダクタンス321を介して、可変容量260に接続されており、トランジスタ103のエミッタはインダクタンス322を通して可変容量260に接続されている。実際の装置では、図7のようになる。すなわち、従来の技術である図1のFFC3において、電線を1本追加し、トランジスタ102はエミッタを電線304を通してヘッド部2に接続され、トランジスタ103のエミッタは電線305を通してヘッド部2に接続され、それらはヘッド2内で電氣的にショートされる。

【0018】以上の構成における動作を図8で説明する。図5のパルスの立ち上がりのスロープの終了付近について考える。スロープの後半においては電流に関しては定常状態と考えていいので、

$$i_1 = dQ/dt = d(CV)/dt = C(dV/dt)$$

なる電流が、トランジスタ102のエミッタから可変容量260に向かって流れている。ここで、 i_1 はインダクタンス321を流れる電流、 Q は可変容量260が蓄

える電荷、Cは可変容量260の静電容量、tは時間、Vは波形発生器108が発生させる電圧波形である。ここで、 dV/dt は、電圧の変化が一定であるから、一定値であり、したがって電流I1は一定である。また、I2は0である。

【0019】この状態で、駆動電圧の上昇が終わり平坦部に入る。すると、トランジスタ102は、急激に電流の流れを止めようとする。この過程において、I1は急激に減少しようとする。したがって、 $dI1/dt$ の絶対値が大きくなり、インダクタンス321の両端に図8に示した極性で逆起電力が生ずる。ところで、トランジスタのベース・エミッタ間の電圧を V_{BE} とすると、トランジスタ102のエミッタの電位は $V-V_{BE}$ であり、一方、トランジスタ103はエミッタの電位が $V+V_{BE}$ 以上になると、電流を流しはじめる。したがって、インダクタンス321の逆起電力が $2 \times V_{BE}$ 以上になるとトランジスタ103が電流を流しはじめる。したがって、従来例では、可変容量260のみだった逆起電力による電流を流しこむ場所に、別の経路が加わることになり、逆起電力によるオーバーシュートが小さくなる。

【0020】なお、理想的には、平坦部に移行した瞬間に電流I1と等しい電流I2がインダクタンス322に流れ始めれば、可変容量260に流れる電流がゼロになり、オーバーシュートがなくなる。しかし、インダクタンス322に電流I2が流れはじめるとき、インダクタンス322の両端に図8に示すような $dI2/dt$ に比例した逆起電力が生じるために、直ちにI2がI1と等しい大きさになるわけではない。しかし、インダクタンス321および322のインダクタンスをL、可変容量260のインダクタンス321と322に接続されている端の電圧を V_q とすれば

$$V_q = V - V_{BE} - L(dI1/dt) \\ = V + V_{BE} + L(dI2/dt)$$

であり、これより、

$$L(dI1/dt) = -L(dI2/dt) - 2V_{BE}$$

となり、I1の時間的変化が大きいたまには、I2の時間的変化も大きく、したがって、I2が急激に大きくなることを表し、これは、可変容量260に流れ込む電流を大きく減らすことを意味し、したがって、可変容量260のオーバーシュートが減少することがわかる。

【0021】以上のように、駆動電圧が上昇過程から平坦部に移行するとき、図6の回路においてオーバーシュートが減少するが、同様の考察が、駆動電圧が下降過程から平坦部に移行するときにもなされて、アンダーシュートが減少する。

【0022】また、本実施形態において、図9のように、定電流源112および113、ダイオード110および111をもちいて、トランジスタ102および103のエミッタ・ベース間電圧 V_{BE} を打ち消すことによ

り、たとえば、駆動電圧が上昇過程から平坦部に移行するときに、トランジスタ103が働き始めるのが、図6の場合より早くなり、より一層の効果を与える。

【0023】(第2の実施形態)次に本発明の第2の実施形態を図10を用いて説明する。

【0024】本実施形態においては、グラウンドをダイオード333とインダクタンス331により可変容量260を接続するとともに、ダイオード334とインダクタンス332の経路でも接続している。ただし、ダイオード333とダイオード334は電流の流れる向きを反対にしている。

【0025】以上の構成における動作を説明する。図5のバースの立ち上がりのスロープの終了付近について考える。スロープの後半においては電流に関しては定常状態と考えていいので、第1の実施形態と同様にトランジスタ102から可変容量260に向かって電流I1が流れるが、これは定電流である。この電流と同じ大きさの電流が可変容量260のインダクタンス332に接続されている端子から、インダクタンス332に流れ出す。ダイオード333があるため、インダクタンス331には電流は流れない。

【0026】この状態で、駆動電圧の上昇が終わり平坦部に入る。すると、トランジスタ102は、急激に電流の流れを止めようとする。この過程において、I1は急激に減少しようとするが、同様にI5も急激に減少しようとする。したがって、 $dI5/dt$ の絶対値が大きくなり、インダクタンス332の両端に図10に示す極性で逆起電力が生ずる。ここで、ダイオード333および334の順方向電圧を V_f とすると、上記逆起電力が $2 \times V_f$ に達するとダイオード333が電流I4を流しはじめる。したがって、従来例では、可変容量260のみだった逆起電力による電流を流しこむ場所に、別のパスが加わることになり、逆起電力によるオーバーシュートが小さくなる。

【0027】第1の実施形態と同様に、本実施形態においても、I4の減少による逆起電力が発生し、ただちにI4とI5が同じ電流値になることはないが、第1の実施形態と同様の議論により、可変容量260から流れ出す電流は小さくなり、オーバーシュートが小さくなる。

【0028】アンダーシュートに関しては、ダイオード333とインダクタンス331がある経路と、ダイオード334とインダクタンス332がある経路を上記の説明と反対にして考察すればアンダーシュートも減少することがわかる。

【0029】なお、本実施形態における、ダイオード333と334をショットキーバリアダイオードのような順方向電圧 V_f が小さいものを用いればより効果的である。

【0030】(第3の実施形態)図11に第3の実施形態における構成を示す。本実施形態においては、第1の

実施形態および、第2の実施形態を同時に用いたものである。したがって、第1の実施形態の効果と第2の実施形態の効果と同時に得ることができ、オーバーシュート、アンダーシュートが一層小さくなる。

【0031】

【発明の効果】以上のように、本発明では、第1の装置から第二の装置を接続する場合に、電線を流す電流に方向性を持たせ、インダクタンスによる起電力による電流を、違う方向性を持った電線に流すことにより、第2の装置の容量負荷に流れ込む電流が少なくし、オーバーシュート、アンダーシュートを小さく出来、吐出するノズルの数によらず、安定な吐出特性を示すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術の実施形態をあらわすプリンタシステムの構成図。

【図2】図1の構成におけるヘッドの動きを示す説明図。

【図3】図1の構成におけるアクチュエータ駆動波形図。

【図4】図1の構成を単純化した説明図。

【図5】図1の構成における本体とヘッドの電圧を示した図。

【図6】本発明の第1の実施形態の説明図。

【図7】本発明の第1の実施形態の構成図。

【図8】本発明の第1の実施形態の説明図。

*【図9】本発明の第1の実施形態における異なる実施例の説明図。

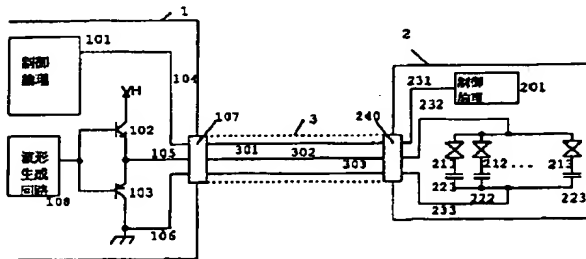
【図10】本発明の第2の実施形態の説明図。

【図11】本発明の第3の実施形態の説明図。

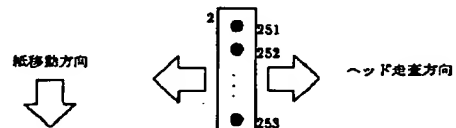
【符号の説明】

- 1 本体
- 2 ヘッド部
- 3 フレキシブル・フラット・ケーブル
- 101 制御論理
- 102、103 トランジスタ
- 104、105、106 結線
- 107 コネクタ
- 108 波形生成回路
- 110、111 ダイオード
- 112、113 定電流源
- 201 制御論理
- 211、212、213 アナログスイッチ
- 221、222、223 アクチュエータ
- 222、232、233 結線
- 260 可変容量
- 301 信号線
- 302、303 電線
- 320、321、322、330、331、332 インダクタンス
- 333、334 ダイオード

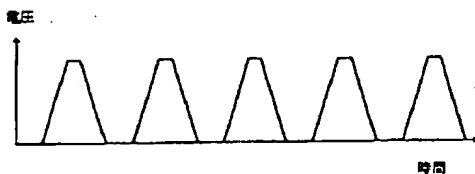
【図1】



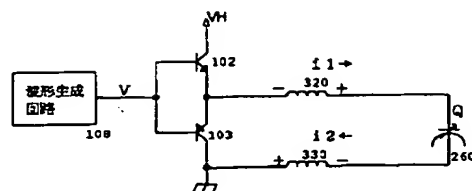
【図2】



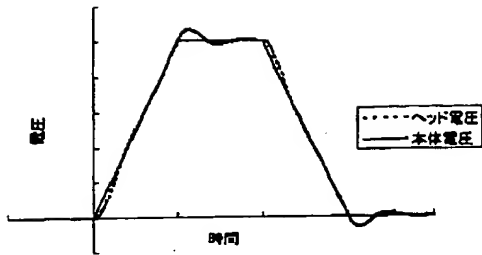
【図3】



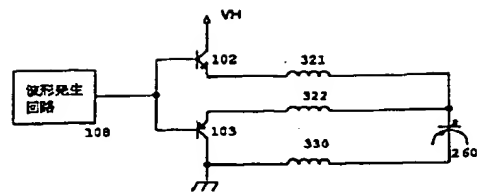
【図4】



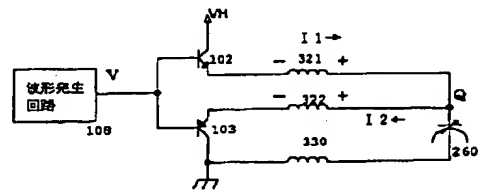
【図5】



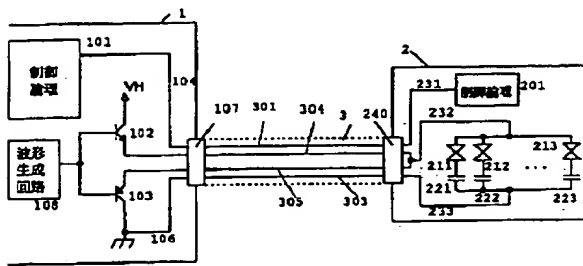
【図6】



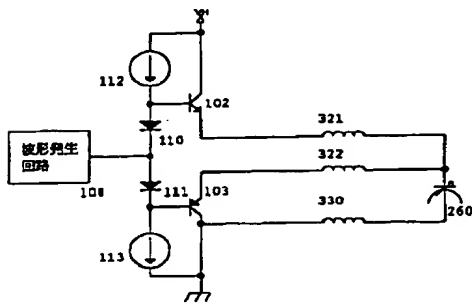
【図8】



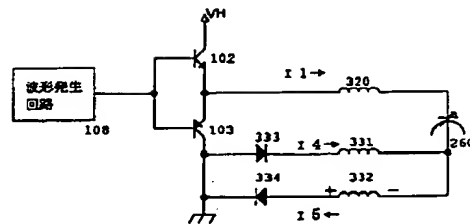
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

